

PCT/EP200 4 / 0 0 6 0 0 5

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



EP04/6005

REC'D 20 JUL 2004

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 25 292.4

Anmeldetag:

04. Juni 2003

Anmelder/Inhaber:

Umicore AG & Co KG, 63457 Hanau/DE

(vormals: OMG AG & Co KG)

Bezeichnung:

Verfahren und Apparatur zur Bestimmung der Aktivität und des Alterungsverhaltens eines Katalysators

IPC:

F 01 N 11/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

Verfahren und Apparatur zur Bestimmung der Aktivität und des Alterungsverhaltens eines Katalysators

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Apparatur zur Bestimmung der katalytischen Aktivität und des Alterungsverhaltens eines Katalysators für die Reinigung der Abgase von Verbrennungsmotoren.

Aktivitätsuntersuchungen an Abgasreinigungskatalysatoren von Verbrennungsmotoren werden gewöhnlich in sogenannten Modellgasanlagen oder direkt am Motor durchgeführt.

Modellgasanlagen bestehen aus einem Reaktor, der den zu untersuchenden Katalysator enthält, einer Gasmischeinrichtung und einer Analyseeinheit. Die Gasmischeinrichtung erlaubt es, eine begrenzte Zahl verschiedener Gase wie zum Beispiel Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoffmonoxid, gasförmige Kohlenwasserstoffe und Wasserdampf zu einem künstlichen Abgas zusammenzumischen, um damit die Umsetzung der verschiedenen Schadstoffe durch den Katalysator zu überprüfen. Nachteilig ist hierbei allerdings, daß das künstliche Abgas das reale Abgas eines Verbrennungsmotors nur unzureichend nachbildet. Die Modellgas-Untersuchungen können daher keine verlässliche Aussage über das Verhalten des Katalysators am Motor machen und sind daher nur während der Entwicklungsphase zur Beurteilung des Einflusses von Änderungen in der Katalysatorformulierung geeignet.

Die von der Abgasgesetzgebung geforderte Einhaltung bestimmter Grenzwerte für die von einem Motor emittierten Schadstoffe kann nur durch Anpassung der Katalysatorformulierung an den jeweils betrachteten Motortyp erfüllt werden. Zu diesem Zweck werden sogenannte Motor-Prüfstände verwendet. Ein Motor-Prüfstand enthält einen Motor des betrachteten Motortyps mit allen seinen Versorgungsaggregaten, Steuerungselementen und der Abgasanlage, in die der zu prüfende Katalysator eingebaut wird.

Die Prüfung am Motor arbeitet naturgemäß mit realen Abgaszusammensetzungen, ist jedoch nur in beschränktem Maße für das schnelle Überprüfen verschiedener Katalysatorformulierungen während der Entwicklung neuer Katalysatoren geeignet. Darüber hinaus sind Motor-Prüfstände teuer in der Anschaffung sowie im Betrieb und in der Wartung. Ein weiterer Nachteil eines Motor-Prüfstandes ist die ungenügende Reproduzierbarkeit der Betriebsbedingungen. Außerdem ist die Abgaszusammensetzung eine Funktion des Lastzustandes des Motors und somit von den weiteren Prüfparametern abhängig.

Zur Bestimmung des Einflusses des Motoröls auf die Alterung eines Katalysators wurde schon vorgeschlagen, das Motorabgas mit Hilfe eines Brenners zu simulieren (Forschungsbericht 08-9217 des Southwest Research Institute, San Antonio, Texas). Außerdem werden Brenner verwendet, um die thermische Belastbarkeit kompletter Abgasanlagen zu untersuchen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Apparatur zur Bestimmung der Katalysatoraktivität anzugeben, welche es gestatten, ein Motorabgas für die Prüfung eines Katalysators kostengünstig möglichst realitätsnah und reproduzierbar nachzubilden.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Strom heißer Verbrennungsabgase mit definierter Schadstoff-Zusammensetzung durch Vermischen eines ersten Teilstromes heißer Verbrennungsabgase mit einem zweiten Teilstrom heißer Verbrennungsabgase erzeugt wird. Der Gesamtstrom der Verbrennungsabgase wird dann über den zu prüfenden Katalysator geleitet und die vom Katalysator bewirkten Schadstoffumsetzungen werden ermittelt.

15 Erfindungsgemäß werden zwei Teilströme von Verbrennungsabgasen aus zwei voneinander unabhängigen Verbrennungsprozessen erzeugt und vor dem Kontakt mit dem Katalysator vermischt. Der erste Teilstrom der Verbrennungsabgase liefert den Hauptanteil am Massenstrom der vermischten Verbrennungsabgase. Seine Heizleistung liegt gewöhnlich oberhalb von 10 kW. Seine Zusammensetzung, insbesondere seine Schadstoffzusammensetzung, läßt sich technisch sinnvoll nur in engen Grenzen beeinflussen. Um dennoch eine definierte Schadstoffzusammensetzung einstellen zu können, wird der erste Teilstrom der Verbrennungsabgase mit einem zweiten, kleineren Teilstrom von Verbrennungsabgasen gemischt, die einem leicht einstellbaren beziehungsweise regelbaren Verbrennungsprozess entstammen.

20 Bevorzugt beträgt der Massenstrom des ersten Teilstromes heißer Verbrennungsabgase 60 bis 95, insbesondere 80 bis 95 %, des gemeinsamen Massenstromes beider Teilströme und wird bevorzugt durch Verbrennen eines Motorkraftstoffes mit einer ersten Verbrennungsluft erzeugt. Der verwendete Motorkraftstoff sollte dem späteren Anwendungsfall des Katalysators entsprechen. Für die Prüfung eines Dieselskatalysators wird daher ein Dieselskraftstoff und für die Prüfung von Katalysatoren für Ottomotoren ein Ottokraftstoff eingesetzt.

Der Verbrennungsprozess zur Bildung des ersten Teilstromes der Verbrennungsabgase sollte in einem möglichst stabilen Betriebspunkt betrieben werden. Bevorzugt wird seine Luftzahl Lambda größer als 1 gewählt, das heißt er wird mager betrieben, um eine Rußbildung zu vermeiden.

- 5 Unter der Luftzahl Lambda versteht man das auf stöchiometrische Bedingungen normierte Luft/Kraftstoff-Verhältnis. Das Luft/Kraftstoff-Verhältnis für eine stöchiometrische Verbrennung von üblichen Motorkraftstoffen liegt etwa bei 14,6, das heißt es werden 14,6 Kilogramm Luft für die vollständige Verbrennung von einem Kilogramm Kraftstoff benötigt. Die Luftzahl Lambda ist in diesem Punkt gleich 1. Lambda-Werte unter 1 werden als fett und Lambda-Werte über 1 als mager bezeichnet.

- 10 Die für den ersten Verbrennungsprozess einzustellende Luftzahl hängt wesentlich von der Art des zu untersuchenden Katalysators ab. Für die Prüfung eines Dreiweg-Katalysators muß eine Luftzahl nahe eins gewählt werden. Für die Untersuchung der Aktivität von Dieselskatalysatoren werden Luftzahlen von 1,5 und größer benötigt.
- 15 Gerade in diesem Anwendungsfeld ist die Bereitstellung ausreichend hoher Schadstoffkonzentrationen durch einen einzelnen Verbrennungsprozess nahezu unmöglich.

- 20 Der zweite Teilstrom der Verbrennungsabgase wird bevorzugt durch Verbrennen gasförmiger Kohlenwasserstoffe mit einer zweiten Verbrennungsluft erzeugt. Ein solcher Verbrennungsprozess läßt sich in der Regel wesentlich leichter regeln als die Verbrennung flüssiger Brennstoffe. Diese Eigenschaft ist für die definierte Einstellung der Schadstoffzusammensetzung des vermischten Abgasstromes von Bedeutung. So kann ein solcher Verbrennungsprozess auch im fetten Bereich stabil betrieben werden. Der bevorzugte Regelbereich für die Luftzahl dieses Verbrennungsprozesses liegt zwischen 0,5 und 3. Hierdurch sind die gebildeten Schadstoffkomponenten (Kohlenmonoxid CO, Kohlenwasserstoffe HC und daraus folgend Wasserstoff H₂) in geeigneten Konzentrationen darstellbar. Schon bei kleinen Abweichungen vom stöchiometrischen Punkt werden Schadstoffkonzentrationen im Prozentbereich erhalten. Eine wesentliche Aufgabe des zweiten Verbrennungsprozesses ist die Erzeugung ausreichender Mengen von Kohlenmonoxid als Schadstoffkomponente im vermischten Abgas.

- 25
- 30 Zur weiteren Beeinflussung der Schadstoffzusammensetzung der vermischten Verbrennungsabgase können der Verbrennungsluft und dem Brennstoff des jeweiligen Verbrennungsprozesses bestimmte Additive zugefügt werden. Diese Additive können zum Beispiel dem jeweiligen Brennstoff in gewünschten Konzentrationen zugemischt sein oder dem Brennstoff kurz vor Eintritt in den Verbrennungsprozess zudosiert werden.

5 So kann es zur Erhöhung der Stickoxid-Konzentration im ersten und/oder zweiten Teilstrom der Verbrennungsabgase zweckmäßig sein, der ersten und/oder zweiten Verbrennungsluft Ammoniak oder Ammoniakwasser zuzufügen. Zur Prüfung des Einflusses von Vergiftungselementen wie Blei, Zink, Phosphor, Calcium und Schwefel auf die katalytische Aktivität und Alterungsstabilität des Katalysators können diese Elemente in Form von entsprechenden Vorläuferverbindungen, zum Beispiel in Form von Motoröl oder einem Additivpackage (Additive, die dem Motoröl zugemischt werden), dem Brennstoff des ersten Verbrennungsprozesses zugefügt werden.

10 Bei extrem fetten Betriebszuständen (λ kleiner als 0,8) des zweiten Verbrennungsprozesses kann der zweiten Verbrennungsluft Wasser zugefügt werden, um eine Rußbildung zu unterdrücken. Zur Erhöhung des Anteiles von unverbrannten Kohlenwasserstoffen im Verbrennungsabgas können dem Brennstoff oder dem Abgas des zweiten Verbrennungsprozesses schwer oxidierbare Kohlenwasserstoffe beigemischt werden.

15 Der erste Verbrennungsprozess liefert eine relativ hohe Abgastemperatur von über 700 °C. Um zu vermeiden, daß beim Vermischen der beiden Verbrennungsabgase die oxidierbaren Bestandteile des zweiten Teilstromes der Verbrennungsabgase verbrannt werden, kann die Temperatur des ersten Teilstromes der Verbrennungsabgase auf Werte von zum Beispiel unter 800 bis 200 °C abgekühlt werden, bevor die beiden Abgasströme miteinander vermischt werden. Die Kühlung muß sicherstellen, daß die Zündtemperatur des erzeugten Gasgemisches nicht überschritten wird.

25 Die Abgastemperatur ist ein wichtiger Parameter bei der Prüfung der katalytischen Aktivität des Katalysators. Daher ist es zweckmäßig, die Temperatur der Abgase nach der Vermischung den Prüferfordernissen anzupassen und die Abgastemperatur vor dem Kontakt mit dem Katalysator auf einen definierten Wert einzustellen. Das kann entweder eine weitere Abkühlung der Abgase oder sogar eine erneute Anhebung der Abgastemperatur bedeuten.

30 Das Verfahren erlaubt darüber hinaus, daß den vermischten Abgasen vor dem Kontakt mit dem Katalysator Kohlenwasserstoffe, Öladditive oder weitere gasförmige oder verdampfbare Komponenten zudosiert werden. So kann den vermischten Abgasen Ammoniak zudosiert werden, um die Aktivität von SCR-Katalysatoren zu untersuchen.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Figuren 1 und 2 und einem Praxisbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: möglicher Aufbau einer Apparatur zur Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens

Figur 2: Gemessene Emission von Kohlenmonoxid nach einem Oxidationskatalysator für verschiedene Temperaturen des Abgases

5 Figur 1 zeigt den möglichen Aufbau einer Apparatur (10) für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Apparatur enthält einen ersten Brenner (30) zur Erzeugung des ersten Teilstromes der Verbrennungsabgase. Der Brenner weist eine Abgasleitung (40) auf, in der der zu prüfende Katalysator (20) eingebaut ist. Erfindungsgemäß enthält die Apparatur einen zweiten Brenner (50) zur Erzeugung des zweiten Teilstromes der Verbrennungsabgase. Der zweite Brenner weist die Abgasleitung (60) auf, die vor dem Katalysator (20) am Punkt (70) in die Abgasleitung (40) des ersten Brenners (30) mündet.

10 Der erste Brenner (30) ist bevorzugt als ein Flüssigbrennstoff-Brenner ausgebildet, der über die Zuführungsleitung (32) mit einem Motorkraftstoff als Brennstoff und über die Zuführungsleitung (31) mit einer ersten Verbrennungsluft versorgt wird. Der zweite Brenner (50) ist bevorzugt als Gasbrenner ausgebildet und wird über die Zuführungsleitung (52) mit einem gasförmigen Brennstoff und über die Zuführungsleitung (51) mit einer zweiten Verbrennungsluft versorgt.

15 Zur Einstellung der Luftzahlen der Verbrennungsabgase ist in den beiden Abgasleitungen (40) und (60) jeweils eine Lambda-Sonde (41) und (61) angeordnet, die über entsprechende Regelkreise zur Regelung der Luftzahlen eingesetzt werden.

20 Vor der Einmündung der Abgasleitung des zweiten Brenners in die Abgasleitung des ersten Brenners ist in der Abgasleitung des ersten Brenners ein Wärmetauscher (42) angeordnet, der die in der Regel sehr hohe Abgastemperatur des ersten Brenners auf einen Wert unter 800 °C abkühlt, um die Beeinflussung der Abgaszusammensetzung des zweiten Brenners durch den ersten Brenner zu vermindern. Zur Regelung dieses Vorganges ist hinter dem Wärmetauscher ein Temperatursensor (43) vorgesehen.

25 Die Anpassung der Abgastemperatur an die Prüferfordernisse des Katalysators erfolgt durch einen weiteren Wärmetauscher (44), der kurz vor dem Katalysator (20) in der Abgasleitung angeordnet ist. Temperatursensor (45) misst die Abgastemperatur vor Eintritt in den Katalysator. Zur Analyse der vom Katalysator bewirkten Schadstoffumsetzungen sind vor und hinter dem Katalysator geeignete Schadstoffsensoren (Q1) und (Q2) oder Analyseeinrichtungen angeordnet.

30

Mit der beispielhaften Apparatur von Figur 1 kann das weiter oben vorgeschlagene Verfahren durchgeführt werden. Der erste Brenner dient dazu, einen Abgasstrom mit motorähnlicher Charakteristik bezüglich der wesentlichen Abgaskomponenten zu erzeugen. Dabei ist vorteilhaft, daß dieser Brenner mit motortypischen Kraftstoffen be-
5 trieben wird. Mit diesem Brenner ist es allerdings nur schwer möglich, gezielt Schadstoffkonzentrationen einzustellen. Außerdem liegen aufgrund der hohen Verbrennungstemperaturen dieses Brenners die Schadstoffkonzentrationen insbesondere von CO und HC nicht im motorüblichen Rahmen.

Der zweite Brenner ist von der Leistung deutlich kleiner dimensioniert. Aufgabe dieses
10 Brenners ist die Erzeugung von CO und HC unter „fetten“ Abgasbedingungen. Dies läßt sich sehr einfach durch einen Gasbrenner (Flüssiggas, Erdgas und ähnliche kohlenstoffstämmige Brenngase) erzeugen. Ein solcher Gasbrenner kann unter verschiedenen Luftzahlen stabil betrieben zu werden.

Hinter dem Einmündungspunkt (70) ergibt sich aufgrund der verschiedenen Volumen-
15 ströme und Gaskonzentrationen ein Gasgemisch, dessen Zusammensetzung in weiten Bereichen sehr stabil einstellbar ist.

Durch seine Flexibilität bietet das vorgeschlagene Verfahren einen Untersuchungsbe-
reich bezüglich der Schadstoffzusammensetzung, des Abgasmassenstromes und der Temperatur, der am Motor nur unter größeren Schwierigkeiten erreichbar ist. Typische
20 Anwendungsfälle für das vorgestellte Verfahren und die Apparatur sind Katalysatorun-
tersuchungen während der Entwicklungsphase und das Aufstellen eines Katalysator-
mappings für die Katalysatormodellierung und Steuergeräteprogrammierung.

Durch die erfindungsgemäße Verwendung zweier Brenner ist es möglich, ein motori-
sches Abgas mit hoher Reproduzierbarkeit nachzubilden.

25 **Beispiel:**

Es wurde die Aktivität eines Dieseloxydationskatalysators bezüglich der Oxidation von Kohlenmonoxid in Abhängigkeit von der Temperatur des Abgases unter Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens untersucht.

Der Katalysator wies auf einem Wabenkörper aus Cordierit mit einer Zelldichte von
30 62 cm^{-2} (400 cpsi) und einer Wandstärke der Strömungskanäle von 0,2 mm (8 mil) eine platinhaltige Beschichtung mit einer Platinbeladung von 3,2 g pro Liter (90 g/ft^3) Wabenkörper auf. Der Katalysator wurde im frischen Zustand getestet.

Zu diesem Zweck wurde der erste Brenner stationär mit einer Heizleistung von 30 kW bei einer Luftzahl von 1,5 betrieben. Der Luftmassenstrom betrug 56,5 kg/h. Als Brennstoff wurde Dieselmotorkraftstoff verwendet. Der zweite Brenner wurde mit Flüssiggas betrieben. Seine Heizleistung betrug 3 kW, das heißt nur 10 % der Heizleistung des ersten Brenners. Er erzeugte ein Abgas mit einem CO-Gehalt von 300 vppm (gemessen mit einem NDIR-Analysator).

Die Temperatur des vermischten Abgases vor dem Wärmetauscher (44) betrug während der ganzen Messdauer 364 °C. Sie wurde mit dem Wärmetauscher (44) vor dem Eintritt in den Katalysator von 250 °C mit einer Rate von etwa 6 °C/min auf 70 °C heruntergekühlt. Nach Verlassen des Katalysators wurde die im Abgas vorhandene Konzentration an Kohlenmonoxid gemessen. Die Raumgeschwindigkeit bezüglich des Katalysators betrug während der Messungen etwa 61000 h⁻¹.

Diese Belastungswerte sind in der Größenordnung vergleichbar mit einem Standard Light-Off-Test, wie er an typischen Motorprüfständen zur Bestimmung der Katalysatoraktivität Verwendung findet. Zusätzlich ergibt sich aber der prinzipielle Vorteil einer definierten und von der Temperatur unabhängigen Einstellung der Schadgaskonzentrationen, während bei Motortests die Temperatur in der Regel über eine Laständerung eingestellt wird. Diese Laständerung hat auch Emissionsänderungen zur Folge.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Figur 2 dargestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung von Aktivität und Alterungsverhalten eines Katalysators durch Erzeugen eines Stromes heißer Verbrennungsabgase mit definierter Schadstoff-Zusammensetzung durch Vermischen eines ersten Teilstromes heißer Verbrennungsabgase mit einem zweiten Teilstrom heißer Verbrennungsabgase, Leiten der Verbrennungsabgase über den zu prüfenden Katalysator und Bestimmen der vom Katalysator bewirkten Schadstoffumsetzungen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teilstrom heißer Verbrennungsabgase 80 bis 95 % des gemeinsamen Massenstromes beider Teilströme beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teilstrom heißer Verbrennungsabgase durch Verbrennen eines Motorkraftstoffes mit einer ersten Verbrennungsluft und der zweite Teilstrom heißer Verbrennungsabgase durch Verbrennen gasförmiger Kohlenwasserstoffe mit einer zweiten Verbrennungsluft erzeugt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teilstrom heißer Verbrennungsabgase eine Luftzahl Lambda größer als 1 aufweist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der ersten und/oder zweiten Verbrennungsluft Ammoniak oder Ammoniakwasser zudosiert wird, um die Stickoxid-Konzentration in den Verbrennungsabgasen zu erhöhen.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Motorkraftstoff Vergiftungselemente in Form von Vorläuferverbindungen zudosiert werden.

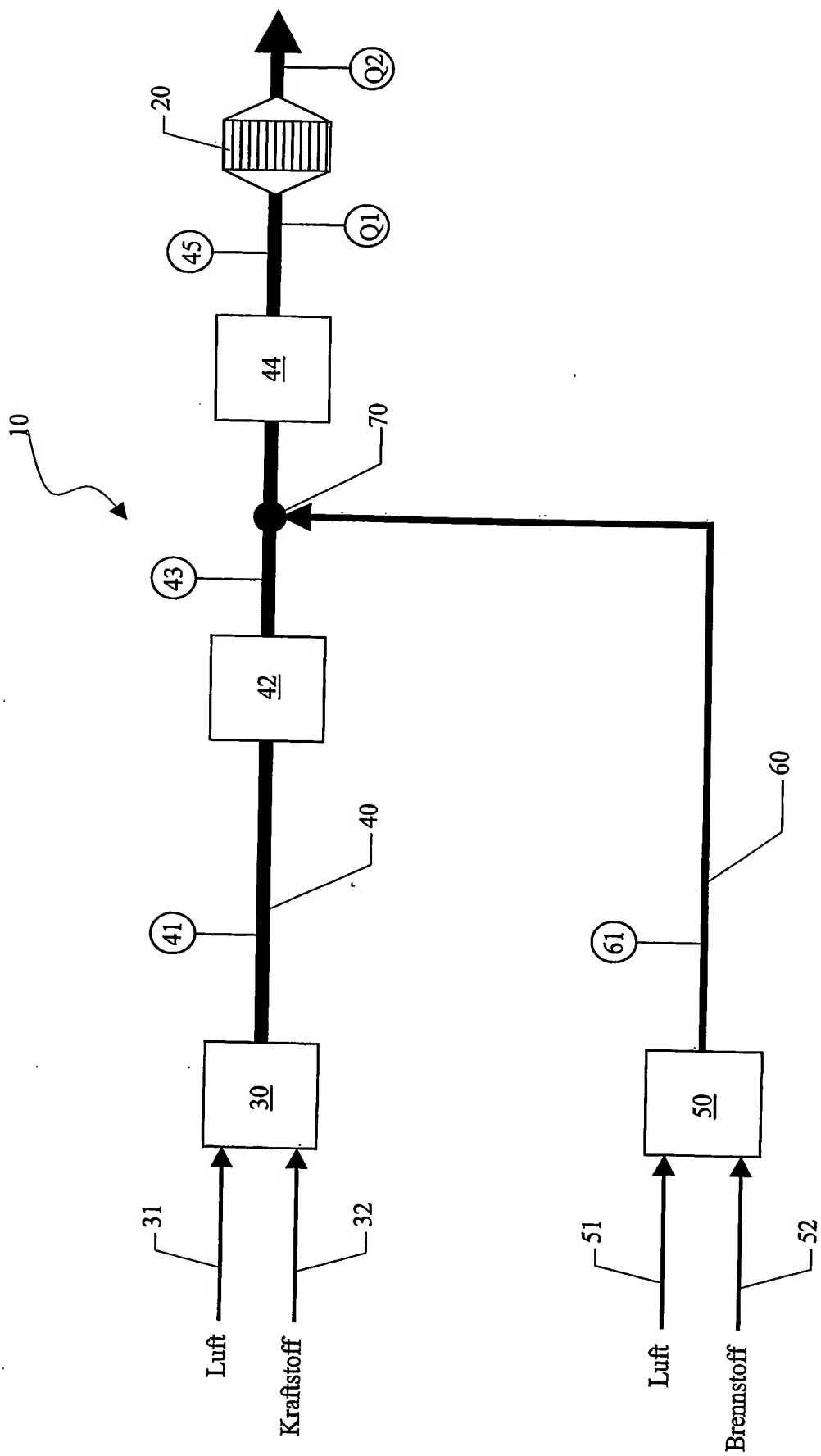
7. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Luftzahl Lambda des zweiten Teilstromes der Verbrennungsabgase auf einen Wert zwischen 0,5 und 3 eingestellt wird.
- 5 8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der zweiten Verbrennungsluft Wasser zudosiert wird, um bei extrem fetten Betriebszuständen eine Rußbildung zu vermeiden.
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß den gasförmigen Kohlenwasserstoffen schwer oxidierbare Kohlenwasserstoffe zudosiert werden.
- 15 10. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Temperatur des ersten Teilstromes der Verbrennungsabgase vor dem Vermischen mit dem zweiten Teilstrom der Verbrennungsabgase auf einen Wert zwischen 800 und 200 °C vermindert wird.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß den vermischten Verbrennungsabgasen vor dem Kontakt mit dem Katalysator Kohlenwasserstoffe, Öladditive oder weitere gasförmige oder verdampfbare Komponenten zudosiert werden.
- 25 12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Temperatur der vermischten Verbrennungsabgase vor dem Kontakt mit dem Katalysator auf einen definierten Wert eingestellt wird.
- 30 13. Apparatur (10) zur Bestimmung der Aktivität und des Alterungsverhaltens eines Katalysators (20), welche einen ersten Brenner (30) mit einer Abgasleitung (40) aufweist, wobei der Katalysator in der Abgasleitung (40) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Apparatur einen zweiten Brenner (50) mit einer Abgasleitung (60) enthält, die vor dem Katalysator (20) in die Abgasleitung (40) des ersten Brenners (30) mündet.

14. Apparatur nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Brenner (30) ein Flüssigbrennstoff-Brenner ist, der über die Zufüh-
rungsleitung (32) mit einem Motorkraftstoff als Brennstoff und über die Zufüh-
rungsleitung (31) mit einer ersten Verbrennungsluft versorgt wird.
15. Apparatur nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß der zweite Brenner (50) ein Gasbrenner ist, der über die Zuführungsleitung
(52) mit einem gasförmigen Brennstoff und über die Zuführungsleitung (51) mit
einer zweiten Verbrennungsluft versorgt wird.
16. Apparatur nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß beide Abgasleitungen Lambda-Sonden (41) und (61) enthalten.
17. Apparatur nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß in der Abgasleitung des ersten Brenners vor der Einmündung der Abgaslei-
tung des zweiten Brenners ein erster Wärmetauscher (42) und ein erster Tempe-
raturesensor (43) vorgesehen sind.
18. Apparatur nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß in der Abgasleitung des ersten Brenners hinter der Einmündung der Abgas-
leitung des zweiten Brenners ein zweiter Wärmetauscher (44) und ein zweiter
Temperaturesensor (45) angeordnet sind.
19. Vorrichtung zur Bestimmung von Aktivität und Alterungsverhalten eines Kataly-
sators, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprü-
che 1 bis 12, mit:
einer Einrichtung zum Erzeugen eines Stromes heißer Verbrennungsabgase mit
definierter Schadstoffzusammensetzung, wobei die Erzeugungseinrichtung eine
erste Einrichtung zum Bereitstellen eines ersten Teilstromes heißer Verbren-
nungsabgase, eine zweite Einrichtung zum Bereitstellen eines zweiten Teilstromes
heißer Verbrennungsabgase und eine Einrichtung zum Vermischen des ersten und
des zweiten Teilstromes aufweist,
einer Einrichtung zum Leiten der Verbrennungsabgase über den zu prüfenden

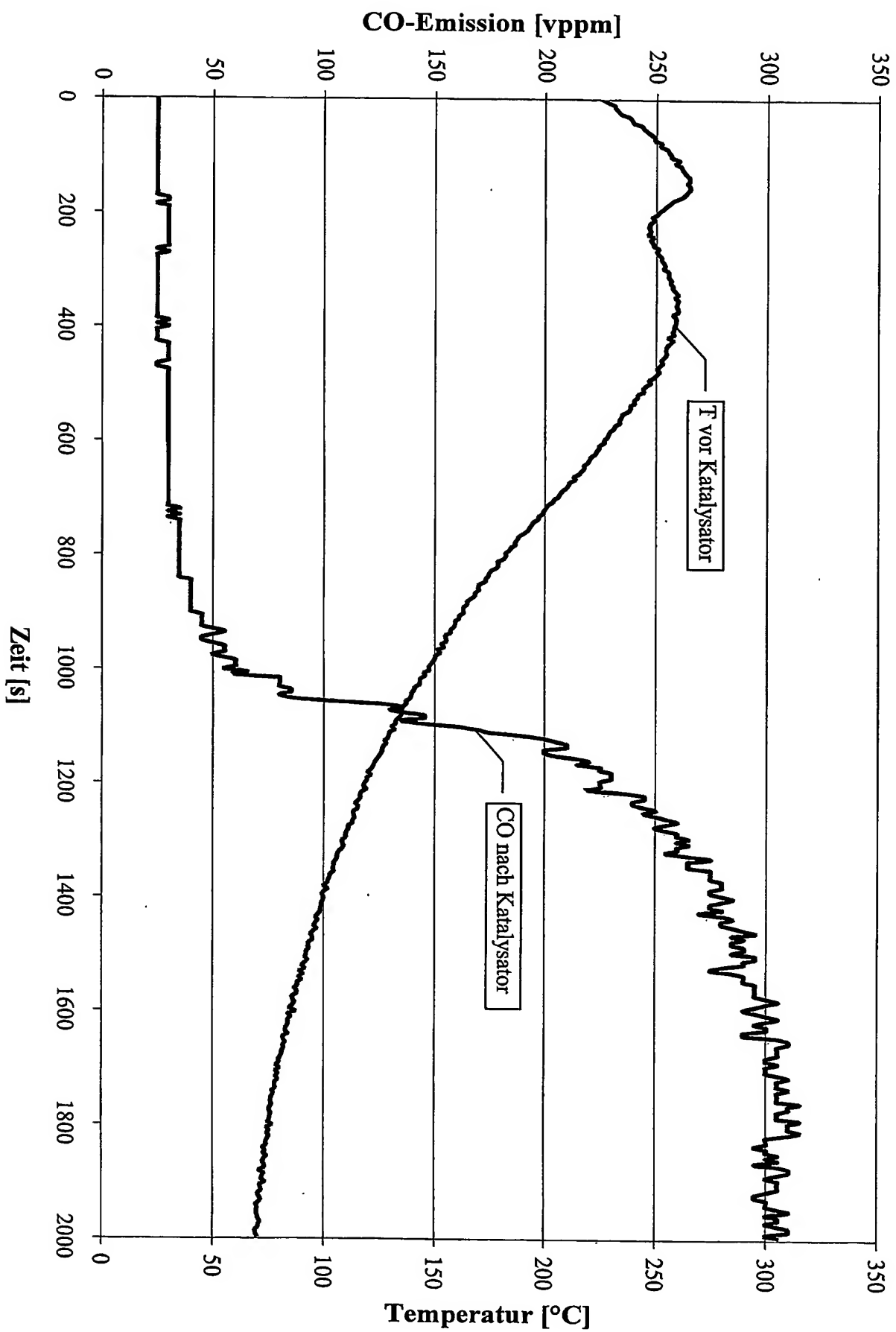
Katalysator und
einer Einrichtung zum Bestimmen der vom Katalysator bewirkten Schadstoffum-
setzung.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung von Aktivität und Alterungsverhalten eines Katalysators. Zu diesem Zweck werden zwei voneinander unabhängige Teilströme von Verbrennungsabgasen erzeugt und vor dem Kontakt mit dem Katalysator vermischt. Der erste Teilstrom der Verbrennungsabgase wird bevorzugt durch Verbrennen eines Motorkraftstoffes erzeugt und bildet den Hauptanteil der Verbrennungsabgase. Der zweite Teilstrom der Verbrennungsabgase wird durch einen Gasbrenner erzeugt, dessen Luftzahl in weiten Bereichen einstellbar ist. Durch Zumischen dieses zweiten Teilstromes von Verbrennungsabgasen zum ersten Teilstrom kann die Zusammensetzung des Gesamtstromes definiert eingestellt werden.



Figur 1



Figur 2